

# MODELOS EXPLICATIVOS ESCOLARES DEL CONCEPTO DE CAMBIO QUÍMICO

María Órdenes G.  
*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*  
mariaantonieta.ordenes@gmail.com

Johanna Camacho G.  
*Universidad de Chile*  
jpcamacho@uchile.cl

**RESUMEN:** En esta investigación se analizaron modelos explicativos que presentaron estudiantes de educación secundaria, respecto a la noción de cambio químico y su relación con fenómenos cotidianos, estos modelos se agruparon y categorizaron de acuerdo a la cantidad de niveles de representatividad y al grado de complejidad de sus respuestas. Además, se contrastaron los modelos explicativos declarados versus los realizados por los docentes, con el motivo de mostrar que la enseñanza en ciencias no sólo debe presentar contenidos sino que también debe considerar los procesos para su construcción.

**PALABRAS CLAVE:** modelo explicativo, concepto estructurante, cambio químico, niveles de representatividad.

**OBJETIVOS:** La investigación que se propone tiene como objetivo general, analizar los modelos explicativos del cambio químico que presentan los estudiantes de educación básica y media, y de tal manera comprender cómo éstos relacionan el concepto con experimentos o fenómenos observados en su vida cotidiana, según los programas de estudio de Química y Ciencias Naturales. La relevancia de esta investigación busca complementar el conocimiento sobre procesos de aprendizaje del cambio químico, caracterizar y categorizar sus modelos, evidenciar que la correcta aplicación y análisis de situaciones cotidianas en el aula (más de una vez), puede convertirlas en una herramienta útil para la construcción de aprendizajes significativos y transversales.

## MARCO TEÓRICO

A partir de los resultados alcanzados en pruebas estandarizadas de carácter nacional e internacional, se ha evidenciado lo deficiente que se encuentra la enseñanza de las ciencias en Chile (Cofré, H., 2010), si bien se encuentra en primer lugar del promedio de países latinoamericanos en el área de ciencias naturales, los resultados obtenidos se encuentran muy por debajo a lo esperado para países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), existe un alto porcentaje de estudiantes (35%) que no ha logrado desarrollar las mínimas competencias científicas para participar en una sociedad moderna y alrededor de un tercio del total se encuentra en nivel básico según el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), evaluación rendida el año 2015, por

jóvenes de 15 años del país (Agencia de la Calidad de la Educación, 2015). También se ha manifestado una preocupación por la poca valoración de las ciencias y la tecnología en los jóvenes, en la población chilena mayor a 15 años existe un 58,1% que declara sentir interés por estas áreas, pero cuando se profundiza en el manejo de información o dominio conceptual respecto a estas mismas áreas, alrededor del 70% declara conocer poco o nada. El 84,9% de la población le importa lo fácil y cómodo que los avances científicos y tecnológicos pueden hacer su diario vivir, la forma en que puede mejorar su calidad de vida o los beneficios que pueden obtener, pero sin manifestar interés en la profundización de contenidos científicos y/o tecnológicos (Romera et al., 2013; CONICYT, 2016).

Para poder mejorar la enseñanza de las ciencias, especialmente en Química, es que se propone utilizar nuevas herramientas metodológicas que integren de forma equilibrada los niveles de representatividad de los conceptos químicos, como una manera de mejorar la calidad y el significado en la educación científica (González et al., 2012). Considerando los aspectos representacionales que los estudiantes ya han construido socialmente (Meneses et al., 2014) como también sus modelos teóricos alternativos del concepto de cambio químico (Furió y Furió, 2000). Estos aspectos inciden en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los nuevos saberes, y por consiguiente influyen en la construcción de un modelo explicativo de dicho concepto.

Los niveles de representación, trabajados por Vicente Talanquer en 2011, explicó utilizando los conceptos de niveles de representación para representar los conocimientos en química: macroscópico, submicroscópico y simbólico (Talanquer, 2011). A pesar de la amplia información existente sobre Los niveles de representación, en el proceso enseñanza – aprendizaje de la Química, a nivel escolar, no siempre son bien triangulados e integrados cuando se abarcan los ejes temáticos propuestos por el Ministerio de Educación, por consiguiente, los estudiantes abordan las explicaciones de los fenómenos químicos con grandes vacíos o simplemente no son capaces de dar explicaciones a un determinado fenómeno. Hay que considerar también que no siempre se cuenta con un desarrollo cognitivo apropiado, con una capacidad de procesamiento de información adecuada y/o con un desarrollo de habilidades matemáticas óptimas en los estudiantes (Merino, 2009). Generándose, como consecuencia, un aprendizaje incoherente entre el fenómeno y su explicación teórica (Solsona e Izquierdo, 1999).

Dentro de la Química, existen tres núcleos conceptuales: la naturaleza corpuscular de la materia, las relaciones cuantitativas y la conservación de las propiedades de la materia (Cuéllar, 2009). El concepto de cambio químico, también es considerado un contenido central, es decir, un concepto estructurante dentro de la enseñanza de la Química. Idealmente el concepto de cambio químico, a lo largo de la escolaridad, debe ir volviéndose cada vez más complejo y debe considerar una mayor integración de contenidos conceptuales y niveles de representatividad (Thagard, 1990). La finalidad de que los estudiantes construyan a lo largo de su proceso escolar, una correcta y completa explicación del cambio químico, es que sean capaces de dar explicaciones más profundas, complejas y abstractas de los fenómenos observados, sin una visión ingenua basada sólo en sus cinco sentidos (Furió y Furió, 2000).

La correcta construcción de un modelo explicativo del concepto de cambio químico, permitirá asimilar de mejor forma los nuevos conocimientos y/o transformará los conocimientos ya adquiridos, lo que significa, que una correcta construcción de su modelo teórico, será un gran aporte y mejora al proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química (Meneses et al., 2014).

## METODOLOGÍA

Estudio cualitativo realizado de acuerdo a un diseño etnográfico. Se utilizó este enfoque metodológico porque la investigación corresponde a un estudio de un aspecto fundamental de la enseñanza de la Química, a nivel escolar, bajo la perspectiva de comprensión global del mismo (Sandín, 2003). La muestra es de tipo representativa correspondiente a un establecimiento educacional, del tipo particular

subvencionado, cuya orientación de enseñanza es del tipo Científico-Humanista. La muestra no probabilística y homogénea, consistió en la recolección de datos desde dos ejes de análisis para docentes de Ciencias Naturales y/o Química y también para los estudiantes de 7º básico (Etapa Inicial) y de IVº Medio (Etapa Final).

Para el levantamiento de modelos teóricos se agruparon tres herramientas de análisis en una sola rúbrica: los niveles de representatividad de Talanquer (2011), modelos teóricos del concepto de cambio químico de Solsona e Izquierdo (1999) y los modelos de representaciones proposicionales, icónicas modales y las icónicas amodales de Aragón, Oliva y Navarrete (2013). Esta rúbrica incluye estas herramientas organizadas de acuerdo a cuatro nuevas categorías de análisis para la explicación científica de los escolares y docente. De acuerdo a todos los puntajes obtenidos en la rúbrica, se agruparon cuatro familias de modelos que se relacionaron directamente con dos aspectos importantes que deberían estar presentes en las explicaciones escolares: grado de complejidad de la explicación y la cantidad de niveles de representatividad utilizados para explicar el determinado fenómeno, las cuatro familias de modelos son: Deficiente, Básico, Intermedio y Avanzado.

La identificación de modelos explicativos de los estudiantes se realizó la recogida de datos en tres etapas: (1) observación presencial de una clase de Química o Ciencias Naturales, (2) al inicio de la clase observada, los estudiantes respondieron un cuestionario mixto, cuyo único objetivo era que los estudiantes recordaran algunos conceptos teóricos de la asignatura (reversibilidad, cambio físico, entre otros). (3) Al finalizar la clase los estudiantes, desarrollaron una pregunta basada en realizar una explicación científica de un fenómeno cotidiano, se propone una situación científica escolar problematizadora (SCEP) (Camacho y Quintanilla, 2008), que debe ser conocida por ellos y acorde a su nivel de escolaridad, se espera que las respuestas de los estudiantes integren de la mejor forma los niveles de representatividad, asocien coherentemente los modelos representacionales icónicos y textuales, y que cumplan con el principal objetivo que es pensar, redactar y desarrollar una explicación científica coherente y equilibrada a su nivel de escolaridad, en relación a la situación cotidiana ejemplificada del cambio químico.

La identificación de modelos explicativos de los docentes, en primer lugar se observó y grabó en vídeo la clase de desarrollo de contenidos (90 minutos), y en segundo lugar (una semana después de la visita), se agendó una entrevista con el docente. Esta entrevista consistía en una serie de preguntas de respuestas abiertas, orientadas a identificar qué modelo explicativo tiene el docente respecto del concepto de cambio químico. De esta forma se determinó el modelo explicativo del docente, contrastando el tipo de enseñanza que declaran realizar con el tipo de enseñanza que concretizan en el aula, al momento de formalizar los contenidos de la asignatura.

La triangulación de los datos obtenidos y analizados, se realizó basado en un plan de análisis de datos de cuatro fases: preparación de datos, reducción de datos (categorización y codificación), sistematización (herramientas de análisis) y finalmente la triangulación entre el modelo explicativo teórico del cambio químico (currículum nacional), el modelo explicativo de los estudiantes y el modelo teórico de los profesores de Química y/o Ciencias Naturales (Camacho, 2010).

## RESULTADOS

Se utilizó el programa MAXQDA y Microsoft Excel para el análisis de datos y para representar la tendencia de los modelos explicativos de los estudiantes y docentes, porque no sólo permiten la presentación de resultados de una forma ordenada y clara, sino que también corresponden a herramientas que permiten establecer relaciones, es decir que mediante el uso de estas representaciones se pueden presentar las categorías y sus interacciones (Rodríguez et al., 1999). El modelo que más veces se repite entre los estudiantes de: 7º básico, corresponde al Modelo G (28,9%), cuyo grado de dificultad es

“Básico”, es deseable para estudiantes que se encuentran en una etapa inicial. Y el que más se repite entre los estudiantes de IV<sup>o</sup> medio es el modelo F (38,6%), que corresponde a un grado de dificultad “Básico”, muy por debajo de lo esperado para estudiantes que se encuentran en una etapa de formación final, de su proceso enseñanza – aprendizaje del área de la Química, a nivel escolar.

En resumen, respecto al análisis de resultados, de las cuatro familias de modelos y de los 25 modelos totales (A – Y) que fueron planteados en un inicio, luego de la etapa de aplicación, sólo se evidenciaron 19 modelos (Tabla 1). Para 7<sup>o</sup> básico (13 modelos), para IV<sup>o</sup> Medio (10 modelos) y para los docentes (2 modelos).

Tabla 1.  
Modelos Explicativos Escolares y Docentes  
posterior al análisis de la explicación científica del concepto de cambio químico

7 <sup>o</sup> Básico			IV <sup>o</sup> Medio			Docentes		
Modelo	N	%	Modelo	N	%	Modelo	N	%
A	2	5,3%	E	6	13,6%	Q	1	50%
C	1	2,6%	F	17	38,6%	V	1	50%
F	1	2,6%	H	1	2,3%	TOTAL	2	100%
G	11	28,9%	L	1	2,3%			
H	4	10,5%	M	4	9,1%			
I	3	7,9%	N	7	15,9%			
J	2	5,3%	O	4	9,1%			
N	4	10,5%	P	2	4,5%			
O	3	7,9%	U	1	2,3%			
P	3	7,9%	W	1	2,3%			
Q	1	2,6%	TOTAL	44	100%			
R	1	2,6%						
Y	2	5,3%						
TOTAL	38	100%						

## CONCLUSIONES

Los modelos explicativos escolares, en su mayoría presentan una deficiente integración de contenido teórico, acorde al nivel de escolaridad en que se encuentran los estudiantes, considerando la relación con los contenidos mínimos obligatorios que debiesen manejar. La construcción de un modelo explicativo correcto del concepto de cambio químico, permitirá asimilar de mejor forma los nuevos conocimientos y/o transformará los conocimientos ya adquiridos, lo que significa, que una correcta construcción de su modelo teórico, será un gran aporte y mejora al proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química en general y para todos los niveles de escolaridad (Meneses et al., 2014). En consecuencia, el conocer los modelos explicativos del concepto de cambio químico, lograría complementar los saberes respecto a la construcción de explicaciones científicas a nivel escolar en nuestra realidad nacional, y por consiguiente se podría mejorar e integrar aprendizajes significativos del concepto de cambio químico al proceso educativo del mismo, que es de vital importancia para la Educación en Química, ya que corresponde a un concepto estructurante a lo largo del todo el proceso de escolaridad. Es necesario ayudar a los estudiantes, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, para que puedan

tener una idea clara sobre el cambio químico, debe presentarse el fenómeno dentro de un enfoque que estimule la observación, el cuestionamiento y la argumentación. También es necesario que la descripción atómica no sea dada en los primeros años de enseñanza de la Química, sino que se debería esperar hasta que los estudiantes sientan la necesidad de una explicación general en términos más complejos y distintos de los que ellos manejan u observan a diario o que la descripción atómica se enseñe de forma complementaria con los fenómenos macroscópicos (Kind, 2004).

Por esto es de vital importancia conocer los modelos explicativos de los estudiantes como también de los docentes, ya que según la investigación realizada éstos se vinculan mucho con el nivel de escolaridad y contenidos curriculares que deben abarcar pero en ninguno de los dos casos, los docentes consideran los modelos explicativos de los estudiantes antes de comenzar una unidad temática, más bien, no son importantes para ellos las ideas previas al momento de enseñar. Si los modelos explicativos que tienen los estudiantes fueran considerados previamente al inicio de las unidades temáticas que propone el currículum escolar, sería más beneficioso para el logro de los objetivos planteados, estos modelos escolares otorgarían al docente una hoja de ruta sobre lo que los estudiantes conocen y manejan previamente de un concepto en particular, y desde esa mirada se podría ir puliendo y avanzando en los conceptos a trabajar en la clase. Otro aspecto importante a mencionar es que los docentes no presentan conceptos estructurantes unificados o establecidos claramente en relación al currículum, es decir, cada docente elige el concepto que cree más importante a trabajar y lo profundiza, ejemplifica y explica, lo más detalladamente posible durante sus horas de trabajo en aula, en una respectiva unidad. Existe también otro aspecto importante a mencionar es la nula correlación conceptual que realizan los docentes al momento de explicar las unidades temáticas, en muchas ocasiones ejemplifican las unidades de clases como islas de conocimientos, no se vinculan con otras unidades, pasar de una unidad a otra significa, para el estudiante, el cierra un capítulo que no volverá a estudiar más. Los docentes no se dan cuenta de la importancia que tiene correlacionar y articular los contenidos de clase, que se visualice claramente la progresión de contenidos y la continuidad que presentan, una herramienta importante para lograr una correcta articulación es tener claridad y consensos respecto a los conceptos fundamentales de la asignatura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN (2015). PISA 2015: Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes OCDE. Recuperado de [http://archivos.agenciaeducacion.cl/Presentacion\\_PISA2015.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/Presentacion_PISA2015.pdf)
- ARAGÓN, M.<sup>a</sup> M; OLIVA, J.M.<sup>a</sup> y NAVARRETE, A. (2013). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (2), pp. 9-30.
- CAMACHO, J. y QUINTANILLA, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la Historia de la Ciencia. Retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação*, 14(2), 197-212.
- CAMACHO, J. (2010). "Concepciones del profesorado y promoción de las concepciones del profesorado en la explicación científica en la actividad química escolar". Aportes de un modelo de intervención desde la Historia de la Ciencia para enseñanza de la Electroquímica. Tesis Doctoral Pontificia Universidad Católica de Chile.
- COFRÉ, H. (2010) Cómo mejorar la enseñanza de las ciencias en Chile. Perspectivas internacionales y desafíos nacionales. Ediciones UCSH., 9-15.
- CONICYT (2016). Resumen Ejecutivo Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia y Tecnología en Chile 2016. Recuperado de [http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2014/07/resumen-ejecutivo-encuesta-nacional-de-percepcion-social\\_web.pdf](http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2014/07/resumen-ejecutivo-encuesta-nacional-de-percepcion-social_web.pdf)

- CUÉLLAR, Z. (2009). Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia. *Revista Iberoamericana de Educación* N° 50/2 (1681-5653).
- FURIÓ, CARLOS y FURIÓ, CRISTINA. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*. 11(3), 300-308.
- GONZÁLEZ-WEIL, C., CORTÉZ, M., BRAVO, P., IBACETA, Y., CUEVAS, K., QUIÑONES, P., & ABARCA, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM (Región de Valparaíso). *Estudios pedagógicos* (Valdivia), 38(2), 85-102.
- KIND, V. (2004). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Facultad de Química, UNAM-Santillana, México.
- MENESES VILLAGRÁ, J. Á., LACOLLA, L., & VALEIRAS, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *In Enseñanza de las ciencias* (Vol. 32, pp. 0089-109).
- MERINO, C. (2009). Aportes a la caracterización del modelo cambio químico escolar. Tesis Doctoral de la Universidad de Barcelona.
- RODRÍGUEZ, G. *et al*, (1999). Metodología de la Investigación Cualitativa. Málaga. Ediciones Aljibe.
- ROMERA, A., PABLOS, M., LÓPEZ, M. y VALLÉS (2013). La educación científica: percepción de los alumnos al finalizar la educación primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigaciones en Didáctica de las Ciencias, pp. 3669-3674.
- SANDÍN, M. (2003). Investigación cualitativa en Educación. España, Madrid: Mc Graw Hill.
- SOLSONA, S. e IZQUIERDO, M. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela*, 38, pp. 65-75.
- TALANQUER, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), pp. 179-195.
- THAGARD, P. (1990). The conceptual structure of the chemical revolution. *Philisophy of Science*, 57, 183-209.